

Risques et bénéfiques des nanotechnologies : le besoin de nouvelles formes de débat social

Premier bilan du « Nanoforum » du CNAM

Les nanotechnologies suscitent de multiples interrogations quant aux enjeux sanitaires, environnementaux et sociaux liés à leur développement. En réponse aux nombreuses incertitudes pesant sur leurs risques et leurs bénéfiques, la Direction générale de la Santé a initié plusieurs actions de précaution, notamment la création en 2007 du « Nanoforum » du CNAM, espace permanent, pluraliste et ouvert de débat sur les risques et les bénéfiques attendus des nanotechnologies...

Par W. DAB (1), N. FABRE (2), A. GEORGE-GUITON (1), E. GAFFET (3), S. DESMOULIN (4), J. CAMBOU (5), D. BENOIT-BROWAEYS (2), G. HÉRIARD-DUBREUIL (6), L. PITOUN (7), G. GUÉRIVE (8), L. TRÉPIED (9), A. POCHET (10), B. LAURENT (2), J. BOUDOT (10), M. FONTAINE (10), R. CHEVALLIER (11), J.L. PUJOL (12), D. HOUSSIN (10).

En mai 2007, la Direction générale de la Santé (DGS) a confié au Conservatoire national des Arts et Métiers (CNAM) l'organisation « *de rencontres régulières entre les scientifiques, les industriels, les milieux associatifs, les professionnels, les journalistes... autour des différents aspects (risques et bénéfiques) sanitaires et sociaux des nanotechnologies et de leurs applications* ». L'objectif de cet article est de présenter et d'expliquer les choix méthodologiques, qui ont été adoptés par le Nanoforum du CNAM, et d'en tirer les premiers enseignements (13).

Les nanotechnologies : un nouveau défi de taille

De nombreux rapports d'expertise et articles scientifiques français et étrangers ont été consacrés aux enjeux sanitaires et sociaux, que pose le développement très rapide des nanotechnologies [2]. Un numéro de la revue *Actualité et dossier en santé publique* a été récemment consacré à ce thème [4], et nous ne ferons ici qu'introduire ce sujet.

Par nanotechnologies, on entend la capacité de manipuler et d'organiser la matière à l'échelle du nanomètre, donc à une taille proche de celle des atomes. C'est un terme commode, qui renvoie à de multiples outils d'une grande complexité, utilisés dans différents domaines scientifiques et technologiques, avec comme point commun la conception et la fabrication de structures moléculaires comportant au

moins une dimension mesurant entre 1 et 100 nanomètres. A cette échelle, la matière présente des propriétés particulières, qui n'existent pas au niveau macroscopique et que l'on cherche à exploiter de façon industrielle.

De nombreux produits comportant des éléments issus de procédés nanotechnologiques sont déjà disponibles : lecteurs de DVD, crèmes solaires, matériaux de construction, biopuces, médicaments (14) [9]. Un marketing dédié vise à en promouvoir les mérites, l'amélioration de la performance des soins en résultant, contribuant ainsi à conforter ce marché naissant.

Mais toute nouvelle technologie suscite une certaine méfiance [8], alimentée, ici, par le fait que les progrès annoncés ne seraient pas exempts de tout danger. Il est vrai que les motifs d'inquiétude ne manquent pas, principalement d'ordre toxicologique et éthique. Au plan toxicologique, les nanoparticules sont sur la sellette en raison d'une analogie possible avec les particules ultrafines, dont les propriétés toxiques sont de mieux en mieux cernées [7]. De plus, certains nanotubes de carbone ont des propriétés physicochimiques, qui présentent des points communs avec les fibres d'amiante, ne serait ce que par le facteur de forme [6]. A cette échelle, les barrières biologiques ne sont plus efficaces et les nanosubstances peuvent, dès lors, atteindre tous les organes et tissus. Au plan éthique, ce sont les perspectives d'utilisation malveillante, à des fins de contrôle des personnes, qui suscitent des inquiétudes, ainsi que les pos-

sibilités de manipulation du vivant et de transformation de l'humain.

Ces questions revêtant une importance prospective évidente, il apparaît souhaitable que des budgets suffisants, cohérents avec les investissements industriels, soient consacrés à l'évaluation des risques et de la sécurité.

La Direction générale de la Santé (DGS) face au principe de précaution

Face à ce développement incontournable, un encadrement par une approche raisonnable s'impose. Les procédés « nano » constituent, en effet, une situation où joue le principe de précaution, du fait des incertitudes relatives à la gravité des dangers et à l'ampleur des risques qui pourraient leur être imputés. La Charte de l'environnement, adossée en 2005 à la Constitution de la V^e République, énonce que le principe de précaution s'impose aux autorités publiques. S'agissant des menaces en matière de sécurité sanitaire, l'autorité compétente de l'État est le ministre chargé de la santé, et plus précisément la DGS. Depuis plusieurs années et dans un cadre interministériel, la DGS a impulsé des actions relevant du registre de la précaution : expertise sur les risques (saisines de l'AFSSET [1] et du HCSP [3]), constitution d'une cohorte de travailleurs exposés (INSERM et InVS), articulation avec l'Union européenne (réglementations *Novel food* et REACH), article de loi sur la déclaration obligatoire des substances à l'état nanoparticulaire dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, participation aux travaux internationaux de normalisation (ISO) et de l'OCDE.

Il faut s'attendre à ce que des expositions humaines, notamment chez les travailleurs exposés en première ligne, soient observées avant même que les risques sanitaires des nanotechnologies n'aient pu être complètement évalués. Sur le plan scientifique et technique, la difficulté majeure est qu'actuellement, il n'existe pas de méthode validée permettant le prélèvement et la mesure des nanoparticules atmosphériques. Or, c'est un préalable évidemment indispensable à la mise en place d'une surveillance à visée normative.

Dans un tel cas de figure, les mécanismes habituels de la gestion des risques fondés sur une négociation impliquant les producteurs, les experts et les autorités, ne suffisent plus. Dès 2006, la DGS a estimé nécessaire de se doter des moyens nécessaires à une sensibilisation de l'ensemble de la société à cette problématique, et c'est ainsi que le projet du Nanoforum a vu le jour.

L'originalité du Nanoforum

De nombreux rapports d'expertise ont conclu à la nécessité que la société civile soit associée à la définition et au traitement de ces enjeux. Mais aucun n'a fait de propositions concrètes sur les formes que cette participation devrait prendre. La DGS a demandé au CNAM (15) d'expérimenter une forme de débat, qui soit adaptée à la situation créée par ces nouvelles technologies. En juin 2007, une première réunion publique a été organisée avec les représentants des administrations concernées (santé, recherche,

environnement, industrie), des chercheurs, des associations et des acteurs économiques. Les différents modèles de débat public ont été analysés : conférences à visée pédagogique, conférences de consensus, conférences de citoyens... Ces formes de débat ont déjà été mises en œuvre dans le champ des nanotechnologies. Lors de la réunion organisée en 2007, une double volonté a émergé : d'une part, expérimenter un lieu permanent de débat sur les risques et les bénéfices attendus des nanotechnologies, d'autre part, ne pas faire du Nanoforum un processus aboutissant à des recommandations ; plusieurs participants étant d'avis que la problématique était encore bien trop jeune et les incertitudes, bien trop grandes, pour qu'une démarche participative puisse aboutir à une position construite.

Par ailleurs, l'idée qu'il suffise d'apporter aux citoyens la « bonne » connaissance (à supposer qu'elle existe, dans le cas des nanotechnologies) au « bon » moment pour qu'ils se forgent un avis « rationnel » a été écartée, de nombreux travaux ayant montré que ce postulat n'était pas fondé [8]. Le Nanoforum s'est positionné comme un lieu permettant d'identifier les questions scientifiques, éthiques et sociales que posent ces nouvelles technologies, et de confronter les points de vue des différents acteurs sur ces sujets. Il permet aussi aux uns et aux autres de mieux comprendre leurs modes de fonctionnement respectifs, souvent obscurci par les cloisonnements induits par des systèmes complexes et des procès d'intention. Les principes de base retenus dans cette démarche sont :

- ✓ La **permanence** : à côté de débats ponctuels, qui offrent la possibilité de réfléchir sur l'utilité et les risques de tel ou tel aspect des nanotechnologies, il existe un besoin d'échanges durables sur l'ensemble de ces questions.
- ✓ La **pluralité** : tous les acteurs sont mis sur le même plan. Il n'y a pas ceux qui savent, d'un côté, et ceux qui écoutent, de l'autre.
- ✓ L'**ouverture scientifique** : le fonctionnement du forum est guidé par une réflexion sur les savoirs et les pratiques, et non par des présupposés. Mais, pour autant, la démarche n'a pas pour objectif de fabriquer des avis ou des prises de position.
- ✓ La **liberté de parole** : les participants ont toute liberté pour exprimer leur point de vue. Leur intervention est retranscrite et mise en ligne sur le web.
- ✓ La **tolérance** : le sujet fait l'objet de controverses parfois vives. Néanmoins, les points de vue doivent pouvoir s'exprimer dans un climat d'écoute et de respect.
- ✓ La **transparence** : le CNAM est responsable de l'organisation du débat et de son déroulement. Avant chaque débat, une fiche de problématique est publiée, afin que les différents acteurs partagent un même socle de données et de références.

Lors de cette première séance, tenue en 2007, l'idée a été émise que, pour que le débat soit utile, il fallait qu'il porte sur des cas concrets (16) et que chacune des grandes questions débattues soit introduite par un acteur, en veillant à une représentation équitable des parties prenantes. Le tableau 1 fournit la liste des thèmes des huit premières

Séance	Date	Thème de la séance
1	28 juin 2007	Aspects méthodologiques des débats publics
2	8 novembre 2007	Nanotechnologies et matériaux de construction contenant du TiO ₂
3	6 décembre 2007	Nanotechnologies et produits cosmétiques
4	7 février 2008	Nanotechnologies et alimentation, état des lieux et incertitudes
5	3 avril 2008	Quelle place pour la société civile dans la gouvernance du projet Minatec à Grenoble ? Certitudes et interrogations
6	5 juin 2008	Nanomédecine : enjeux et pilotage. Questions à partir du projet Clinatec
7	23 octobre 2008	Nanomatériaux : quelle protection des travailleurs, à la lumière des dernières publications scientifiques ?
8	4 décembre 2008	Nanomatériaux : vers une gouvernance mondiale

Tableau 1. Liste des thèmes des séances du Nanoforum du CNAM en 2007 et 2008.

séances et le tableau 2 indique l'appartenance des différents intervenants sollicités pour une présentation formelle.

L'organisation générale du Nanoforum, les thèmes abordés et les intervenants invités sont décidés par un comité de pilotage pluraliste, rassemblant les administrations, les agences de sécurité sanitaire, des chercheurs et des associations (17). C'est un véritable réseau de partenaires venant d'horizons différents qui a été constitué, avec un premier objectif évident : fournir à l'administration, dans des délais raccourcis, une vision d'ensemble des questions soulevées par le développement des nanotechnologies. C'est dans cet esprit que le CNAM affiche un partenariat privilégié, d'une part, avec le Journal de l'Environnement (qui a permis de faire connaître l'initiative, grâce à ses 50 000 lecteurs quotidiens, et de gérer les inscriptions) et d'autre part, avec l'association VivAgora, très liée aux milieux associatifs et médiatiques.

Après trois séances consacrées à l'usage des nanoprocédés dans des filières industrielles, une autre problématique centrée sur les questions de gestion des territoires a été développée sous l'impulsion de VivAgora et de Mutadis. En effet, le développement de deux projets grenoblois de recherche et de développement, sur les sites appelés Minatec et Clinatec, a suscité des controverses qui ont pris les décideurs au dépourvu [5]. Dans ce cadre, le Nanoforum a contribué à établir un partenariat avec des acteurs grenoblois incluant un collectif d'acteurs territoriaux (associations, élus de divers horizons) de Grenoble (CENG), qui s'est formé sur des thématiques de nanomédecine et de gouvernance territoriale des projets de recherche et développement sur les nanotechnologies. Outre la contribution de ce collectif aux deux séances consacrées aux projets Minatec et Clinatec, cette expérience a permis d'entrevoir la façon, dont le Nanoforum pourrait, à l'avenir, établir des relations avec des collectifs thématiques nationaux ou territoriaux, de façon à éclairer les questions identifiées. Les séances suivantes ont porté sur la protection des travailleurs, puis sur les aspects internationaux, dans la perspective de la mise en place d'une gouvernance mondiale des risques.

On peut donc dire que l'originalité du Nanoforum est double : d'une part, c'est une organisation collective et plu-

raliste qui suit l'expérience et la pilote et, d'autre part, il constitue un lieu de libre parole et d'écoute, où l'objectif poursuivi n'est pas de convaincre qui que ce soit de quoi que ce soit, mais de comprendre le mode de fonctionnement des acteurs, la logique de leur position et l'étendue de leurs contraintes. Ce faisant, le Nanoforum est devenu un laboratoire du traitement social de l'incertitude scientifique.

Les retombées du Nanoforum : premier bilan

Le Nanoforum a eu des retombées directes et indirectes. Son principal apport a été de créer un lieu de révélation de la façon, dont les différentes parties prenantes se comportent face aux incertitudes relatives aux bénéfices et aux risques attendus des nanotechnologies. Les principaux arguments échangés lors des huit séances du Nanoforum, ont été identifiés à partir de l'analyse de la transcription des débats, et sont présentés dans le tableau 3. De façon plus globale, les constats importants sont les suivants :

Sur le plan général des politiques publiques, le Nanoforum a montré un décalage temporel important entre la phase accélérée du développement industriel, l'introduction des nanoproduits sur le marché et les recherches sur leurs dangers et leurs risques. Les travailleurs et les consommateurs sont donc d'ores et déjà exposés à des substances, dont on ne connaît pas les effets à long terme sur la santé de l'homme, l'environnement ou les écosystèmes. De très nombreux domaines concernant l'impact biologique des nanomatériaux restent encore quasi inexplorés par la recherche fondamentale sur les dangers (pénétration par voie digestive, écotoxicité...), d'où une absence de données pouvant donner l'illusion d'une absence de danger. D'autres domaines (nanotubes de carbone, TiO₂ nanoparticulaire) font l'objet d'études débouchant sur des résultats parfois peu rassurants, voire contradictoires. Il semblerait que la part des budgets de développement consacrée à la sécurité atteigne, dans le meilleur des cas, 1 %.

Au plan scientifique, on évoque plusieurs résultats peu rassurants en matière de toxicité sur l'animal et sur l'environnement : effets inflammatoires, génotoxiques, cytoly-

Appartenance	Structures	Intervenants	Séances
Enseignement et recherche	Centre national de la recherche scientifique (Cnrs)	Eric Gaffet	2 – 4 – 6
	Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)	Robert Cope	2
	Commissariat à l'énergie atomique (CEA)	Dominique Grand	5
	Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM)	Pr. François Berger	6
		Marie-Claude Jaurand	7
	Université Denis Diderot Paris 7	Pr. Francelyne Marano	2
		Pr. Dominique Thouvenin	7
Administrations françaises et européennes	Commission nationale du débat public (CNDP)	Philippe Marzolf	5
	Direction générale de la Santé (DGS)	Arla Pochet	8
	Direction générale de la Santé et Protection des Consommateurs à la Commission européenne (DG SANCO)	Philippe Martin	4
	Direction générale du Travail (DGT)	Frédéric Tézé	7
	Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi	Françoise Roue	8
Élus	Conseil général de l'Isère	Alain Pilaud	5
Agences sanitaires	Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA)	Marie-Hélène Loulergue	4
	Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (AFSSAPS)	Dominique Masset	3
Associations et ONG	Association nationale de Défense des victimes de l'Amiante (ANDEVA)	François Desriaux	7
	Association Santé-Environnement Rhône-Alpes	Jacqueline Collard	5
	Collectif inter-associatif sur la santé (CISS)	Claude Rambaud	6
	Les Amis de la Terre	David Azoulay	8
	Société française des hygiénistes du travail (Sofhyt)	Guy Bourgeoisat	3
	Union féminine civique et sociale (UFCS)	Nicole Balmain	3
Industries	CTG Italcementi	Claude Haehnel	2
Organisations internationales	Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)	Peter Kearns	8
Syndicats	Confédération Française des Travailleurs Chrétiens (CFTC)	Pierre-Yves Montéléon	7

Tableau 2. Appartenance des acteurs ayant préparé une intervention aux séances du Nanoforum du CNAM en 2007 et 2008.

tiques, bactériolytiques, allergiques, cancérogènes, etc. En outre, il a été démontré, chez l'animal, des phénomènes de diffusion et d'accumulation de nanoparticules dans de nombreux organes (poumons, foie, reins, cerveau...), y compris par le franchissement de la barrière hémato-placentaire.

En l'état actuel du droit, il n'existe pas de textes spécifiques aux nanotechnologies. Toute une série de réglementations existantes (européennes et françaises) leur sont applicables, mais aucune ne les vise de manière explicite. Le Nanoforum a démontré que le droit existant ne suffit pas à garantir l'information des citoyens et des consommateurs

sur la composition des produits, l'information éclairée des personnes soumises à des recherches médicales, le contrôle efficace du marché, la protection des effluents et de l'environnement, le respect de la vie privée... Les juristes sont d'abord confrontés à un problème de définition. Par exemple, en matière de nanomédecine, va-t-on considérer l'action des futurs nanorobots moléculaires comme relevant du domaine de la chimie ou de celui de la mécanique ? Si l'action chimique est retenue, alors le dispositif sera classé comme médicament, et soumis aux mêmes règles et processus de validation que n'importe quel autre médicament.

- ✓ A quel moment admet-on qu'une preuve a été apportée, permettant de justifier une telle attitude de précaution ? Quand passe-t-on de la précaution à la prévention ?
- ✓ Comment sortir d'un raisonnement du type tautologique : les nanomatériaux des cosmétiques ne seraient pas cancérigènes, puisque les substances cancérigènes, mutagènes et reproductibles (CMR) sont interdites dans les cosmétiques ?
- ✓ Comment concilier l'affirmation par les industriels de l'absence en Europe de nanocomposants dans les produits alimentaires et l'avis scientifique que la silice existe sous forme nano dans la chaîne alimentaire ? Selon des associations, il y aurait 125 produits alimentaires déjà commercialisés contenant des nanomatériaux.
- ✓ Comment expliquer que la réglementation soit en apparence rigoureuse dans certains champs (les aliments) et plus laxiste dans d'autres (les compléments alimentaires) ?
- ✓ La certitude d'une présence de nanomatériaux dans des emballages alimentaires contraste avec les interrogations sur le suivi de leur cycle de vie.
- ✓ Le droit à l'information du consommateur ne se limite pas à un éventuel étiquetage. Le vrai problème n'est pas le risque « perceptuel » (qu'il conviendrait de lever par des procédés de communication et d'implication des citoyens), mais bien le risque réel, qu'il convient de lever par des recherches intensives et des mesures réglementaires, voire par l'instauration d'une police sanitaire.
- ✓ Des choix importants ont été pris par des procédures de démocratie électorale habituelle, mais certains acteurs ne s'y « retrouvent » pas. Il y a un choc entre une démocratie électorale, défailante aux yeux de certains, et une démocratie participative critiquée par les élus, soit parce qu'elle serait de pure façade, soit en raison de son manque de légitimité.
- ✓ Pour les décideurs économiques comme pour les collectivités territoriales, les préoccupations de sécurité sanitaire ne relèvent pas de leur responsabilité, ce qui pousse à s'interroger sur la définition d'un responsable global.
- ✓ La nano-neuro-stimulation profonde pose la question de l'application de la réglementation existante pour les greffes et les thérapies géniques (avis d'expert, autorisation expresse de l'AFSSAPS).
- ✓ Des acteurs représentant les travailleurs et les consommateurs pensent que l'absence de données devrait entraîner l'absence de marché (*no data, no market*).
- ✓ Le constat du respect inégal de la réglementation dans les chantiers de désamiantage jette un doute sur l'efficacité de celle-ci. Le morcellement des tâches, l'appel à la sous-traitance, la crise industrielle qui s'annonce, sont autant d'éléments ne facilitant pas des mesures de prévention effectives, et créent une méfiance sociale.
- ✓ Qui a la légitimité d'évaluer les avantages sociaux (utilité sociale) des progrès techniques ?
- ✓ Les industriels ont les moyens de participer aux travaux de l'OCDE, mais pas les ONG. Cela menace la crédibilité du processus d'expertise.

Tableau 3. Exemples d'arguments débattus au cours des séances du Nanoforum.

Si l'action mécanique est retenue, alors le même dispositif sera classé comme dispositif médical et soumis à une procédure de certification moins contraignante.

Sur le plan de la gestion des risques, si certains estiment souhaitable de confier aux industriels les études d'évaluation des risques (notamment dans le cadre du règlement REACH), certaines associations accueillent avec méfiance un tel dispositif. De multiples débats publics ont été organisés sur ce thème, mais avec peu de considération pour les recommandations issues de ces débats, d'où la possibilité que ceux-ci lassent, à force, l'opinion et soient perçus comme une tentative de manipulation, plutôt que comme l'expression de la volonté d'une gouvernance ouverte.

Face à ces problématiques complexes, le Nanoforum a mis en évidence la nécessité d'identifier et de soutenir, au sein de la société, des groupes d'acteurs non institutionnels, qui soient susceptibles de mobiliser les compétences nécessaires et d'assurer un suivi du questionnement dans la

durée. En particulier, les interventions de VivAgora et de la fédération d'associations France Nature Environnement ont montré le besoin de passer progressivement du « droit à l'information » au droit à la participation au processus décisionnel, avec une référence explicite à la convention d'Aarhus (18). Concrètement, les associations souhaitent *a minima* un « étiquetage », parfois une « autorisation de mise sur le marché », au maximum un moratoire partiel, comme France Nature Environnement (FNE) l'a demandé, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement (19).

Perspectives

A ce stade, on peut dire que l'expérience du Nanoforum, bien que d'envergure modeste dans ses moyens, est positive, de par ses retombées directes ou indirectes. Même si un questionnaire d'évaluation est rempli par les participants (voir le tableau 4), on ne peut pas parler d'une véritable éva-

Séance	Inscrits n	Questionnaires n	très + %	plutôt + %	plutôt - %	très - %
08/11/07	91	50	36	62	2	0
06/12/07	106	73	36	59	5	0
07/02/08	125	60	37	62	1	0
03/04/08	120	61	52	41	7	0
05/06/08	88	48	42	53	5	0
23/10/08	158	100	43	53	4	0
4/12/08	94	60	50	48	2	0
Total	782	452	42	54	4	0

Tableau 4. Indications sur la satisfaction fournies par les questionnaires remplis par les participants aux séances du Nanoforum du CNAM en 2007 et 2008.

luation de ce dispositif. Ce jugement subjectif est donc lié à la dynamique qui s'est créée. Le fonctionnement d'un collectif de pilotage motivé et fidèle, dont les membres appartiennent aux administrations concernées, au monde de la recherche et à des organisations non gouvernementales actives sur cette problématique, a permis la rencontre et l'information régulières des principaux acteurs directement impliqués dans l'évaluation et la gestion des risques liés aux nanotechnologies et nanomatériaux, sans qu'il y ait d'enjeu décisionnel, ni de posture de négociation. Le Nanoforum sert d'instance de révélation et d'écoute, ce n'est ni un lieu de négociation, ni d'arbitrage. Le comité de pilotage a fonctionné en synergie avec les travaux du groupe interservices des administrations centrales. Cette organisation a facilité la circulation de l'information et le choix des thèmes.

Par ailleurs, le site internet du Journal de l'Environnement et celui de l'association VivAgora ont permis de mettre la transcription des débats et les supports visuels à la disposition du grand public. A l'évidence, les huit premières séances du Nanoforum du CNAM ont créé une dynamique, mais elles n'ont pas épuisé le sujet : les participants aux séances sont de plus en plus nombreux et issu d'univers différents, et chaque séance débouche sur de nouvelles idées de thèmes à explorer.

Le principal acquit de ces dix-huit premiers mois d'existence est que le postulat de départ, qui reposait sur l'intérêt de créer un lieu pérenne de débat apaisé, s'en trouve

ainsi pleinement justifié. Cependant, pour véritablement remplir ce rôle, le Nanoforum doit non seulement poursuivre sa démarche, mais également l'amplifier. Cette réflexion actuelle doit tenir compte de la mise en œuvre à l'automne 2009 d'un débat public national prévu par le point 159 de l'engagement « Grenelle de l'Environnement » et par l'article 37 du projet de loi de programme relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement. L'organisation de ce débat a été confiée à la Commission nationale du débat public.

Dans un contexte marqué par de fortes incertitudes (voir le tableau 5), la construction de nouvelles formes de gouvernance devient essentielle pour être à même de répondre aux attentes de la population et des décideurs. Le fait de s'appuyer sur des formes innovantes de participation de la société civile, qui soient susceptibles de contribuer à fonder la confiance des différents acteurs concernés, peut véritablement contribuer au renouvellement des formes traditionnelles de participation et de débat public en matière de santé environnementale. C'est là un cas particulièrement important, dans lequel les concepts et les méthodes du domaine de la santé publique en général et de la sécurité sanitaire, en particulier, sont mobilisés en amont du développement industriel. Si l'on met à part le cas des produits de santé, il est en effet inhabituel que les impacts sanitaires de nouvelles technologies soient discutés de façon proactive, c'est-à-dire avant que ceux-ci ne soient avérés ou sus-

- ✓ Une substance considérée comme inerte sous sa forme micrométrique peut-elle être toxique à la taille nanométrique ?
- ✓ Les nanoparticules agglomérées gardent-elles des propriétés nanométriques ?
- ✓ Quels tests de toxicité (tests sur le cycle de vie, tests d'usure des nanomatériaux) sont valides ?
- ✓ Y a-t-il de la silice (SiO₂) sous forme nanoparticulaire dans la chaîne alimentaire depuis plusieurs années ?
- ✓ Quels sont les effets de la pénétration des nanoparticules dans l'organisme par la voie digestive ?
- ✓ Les nanotubes de carbone ont-ils les mêmes propriétés toxiques que les fibres d'amiante ?

Tableau 5. Principales incertitudes scientifiques discutées lors des séances du Nanoforum en 2007 et 2008.

pectés, et non de manière seulement réactive, c'est-à-dire après les avoir déplorés. Cette situation inédite montre qu'en matière d'alerte et de vigilance, de nouvelles formes de débat social peuvent conduire à une évolution importante des pratiques en matière de précaution et de prévention.

Notes

- (1) Chaire d'Hygiène et de Sécurité, Conservatoire national des Arts et Métiers (CNAM), Paris.
- (2) VivAgora, Paris.
- (3) Groupe de recherche sur les nanomatériaux, Laboratoire « Métallurgies et Cultures », Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Belfort.
- (4) Centre de recherche en droit des sciences et des techniques (CRDST), Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Paris.
- (5) France Nature Environnement (FNE), Midi-Pyrénées.
- (6) Mutadis, Paris.
- (7) Journal de l'Environnement (JDLE), Paris.
- (8) *World Wide Fund (WWF)*.
- (9) Direction générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services (DGCS), Ministère de l'Economie, de l'Industrie et de l'Emploi, Paris.
- (10) Direction générale de la Santé (DGS), Ministère de la Santé et des Sports, Paris.
- (11) Direction générale du Travail (DGT), Ministère du Travail, des Relations sociales, de la Famille, de la Solidarité et de la Ville, Paris.
- (12) Mission d'anticipation recherche/société et développement durable, Institut national de la recherche agronomique (INRA), Paris.
- (13) Les auteurs s'expriment ici en leur seule qualité de participants au comité de pilotage du Nanoforum du CNAM, leurs écrits ne sauraient engager les institutions qui les emploient.
- (14) Le marché mondial des nanotechnologies est estimé à 170 milliards de dollars en 2008. En 2012, il devrait représenter 260 milliards, et certains évoquent même un montant de 3 000 milliards dès 2015, en incluant la nanoélectronique et la santé. En 2008, le financement annuel mondial de la recherche et du développement s'élève à près de 25 milliards de dollars.
- (15) En matière d'enseignement et de recherche liés à la sécurité sanitaire, le CNAM dispose d'une chaire d'Hygiène et Sécurité, ainsi que de l'Institut d'hygiène industrielle et de l'environnement (sécurité sanitaire de l'environnement et du travail). Ces deux services sont dirigés par le Pr William Dab.
- (16) La totalité du contenu des séances du Nanoforum est accessible aux liens URL suivants : <http://www.journaldelenvironnement.net> <http://www.vivagora.org> et <http://securite-sanitaire.cnam.fr>
- (17) Comité de pilotage du Nanoforum du CNAM
Président : Jocelyne Boudot (Direction générale de la Santé).
Organisation : Pr William Dab (CNAM), Dr Armelle George-Guiton (CNAM), Laurent Pitoun (Journal de l'environnement), Dorothée Benoit-Browaeyts (VivAgora), Nathalie Fabre (VivAgora), Brice Laurent (VivAgora).

Direction générale du Travail, Direction générale de Prévention des risques, Direction générale de la recherche et de l'innovation, Direction générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services, Direction générale de l'Alimentation, Centre d'analyse stratégique, Secrétariat du Haut Conseil de santé publique.

2/ Collège des personnalités qualifiées : Eric Gaffet (CNRS), Marie-Angèle Hermitte (CNRS), Sonia Desmoulin (CNRS), Stéphane Baudé (Mutadis), Gilles Heriard-Dubreuil (Mutadis), Stéphane Fontanell (OMNT), Claire Weill (mairie de Paris), Jose Cambou (FNE), Gaëlle Guérive (WWF), François Ewald (OPP/CNAM),

3/ Les agences de sécurité sanitaire sont associées en fonction des thèmes (AFSSET, AFSSAPS, AFSSA, InVS...).

(18) La Convention d'Aarhus, signée le 25 juin 1998 et ratifiée par la France en 2002, vise la participation effective des citoyens à la politique de l'environnement, grâce à l'instauration d'un droit d'accès à l'information, de participation à la décision, d'accès à la justice (Décret d'application n°1187-2002 du 12 septembre 2002).

(19) Cette position de FNE sur un moratoire partiel a été renouvelée dans le cadre d'une décision de son Conseil d'administration du 4 octobre 2008, dont voici le texte exact : « *Notre urgence : un moratoire partiel sur les nanos-objets à usage non médical et en contact, dans leur usage normal, grand public, avec le corps humain et l'alimentation (produits alimentaires, emballages alimentaires, cosmétiques, produits bronzants, vêtements).* »

Bibliographie

- [1] Agence française de sécurité sanitaire, de l'environnement et du travail. Avis relatif aux « nanomatériaux et à la sécurité au travail ». Saisine AFSSET 2006/006, 11 juillet 2008. <http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/258113599692706655310496991596/afsset-nanomateriaux-2-avis-rapport-annexes-vdef.pdf>.
- [2] Benoit-Browaeyts D. *Le meilleur des nanomondes*. Paris, Buchet-Chastel, 2009 : 263 p.
- [3] Haut Conseil de la santé publique. Avis relatif à « la sécurité des travailleurs lors de l'exposition aux nanotubes de carbone ». Saisine du 16 juin 2008 du directeur général de la Santé, 7 janvier 2009. http://www.hcsp.fr/hcspi/docspdf/avisrapports/hcspa20090107_ExpNanoCarbone.pdf.
- [4] Haut Conseil de la santé publique. *Nanotechnologies et santé publique. Actualité et dossier en santé publique*. 2008, N°64 :17-78.
- [5] Joly, P.-B. et al. *Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies. Les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques ?* Rapport de la Mission pour La Métro, 22 septembre 2005. http://www.la-metro.org/fr/projet_agglo/NanoGrenoble_rapport_final_05_09_22.pdf.
- [6] Nanoforum du CNAM. *Quelle protection des travailleurs à la lumière des dernières publications scientifiques ?* Compte rendu de séance, 23 octobre 2008. http://www.vivagora.org/IMG/pdf/CR_Nanoforum_23oct08.pdf.
- [7] Powell MC, Kanarek MS. *Nanomaterial health effects-part 1: background and current knowledge*. WMJ, 2006, 105 :16-20.
- [8] Slovic P. *Perception of risk*. Science. 1987, 236 : 280-285.
- [9] Woodrow Wilson International Center for Scholar : <http://www.wilsoncenter.org/>